

变电站二次保护硬压板状态检测及校核系统的研究

吕杰, 马鹏姬, 王静雨

(国网河南省电力公司平顶山供电公司, 河南 平顶山 467000)

摘要: 为解决当前变电站保护硬压板信息管理的混乱且未形成自动化管理的问题, 开展了相应研究。首先, 指出了当前运行管理存在的问题, 通过分析当前的问题为搭建硬压板状态巡视和校核系统提出设计方向; 其次, 对系统的研发技术进行了说明, 为搭建硬件系统指明了依据; 最后, 对设计的系统的功能及效益进行了说明, 阐述设计的校核系统具有较强的实际应用价值。

关键词: 变电运维, 状态检测, 系统研究

Research on the status detection and checking system of the hard press plate of the secondary protection in substation

LV Jie, MA Pengji, WANG Jingyu

(Pingdingshan Power Supply Company of Henan Electric Power Company, Pingdingshan 467000, China)

Abstract: In order to solve the problem that the current information management of the protection hard press plate of the substation has not formed an automatic management, the article has carried out corresponding research. Firstly, it points out the existing problems of current operation management, and provides design direction for the construction of hard press plate state inspection and verification system by analyzing the current problems. Secondly, it explains the research and development technology of the system, which provides the basis for the construction of the hardware system. Finally, the functions and benefits of the designed system are explained, and the verification system designed in the article has strong practical application value.

Key words: substation operation and maintenance; status detection; system research

0 引言

随着物联网技术的发展以及电网结构规模的扩大, 电网运行维护的信息化、数字化等智能水平得到了长足发展。然而变电站二次保护硬压板的状态检测仍然由人工完成, 当前的巡检状况已无法满足硬压板信息的检测和管理需求^[1-4]。

通过实际调研, 结合目前存在的问题^[2,5-7], 本文设计的变电站保护硬压板巡视及校核系统主要改变了一直以来完全依靠人工巡检核查压板的现状, 仅需一人即可完成硬压板巡检工作, 硬压

板状态校核由系统自动完成, 提高了巡检工作的正确性和效率。通过主站端设备可方便快捷查询所辖所有子站的硬压板状态, 节省了人力、物力, 有效提高运行人员的工作效率, 提升整体运维质量, 有助于建设坚强智能电网, 提升电网的智能化水平。

1 变电运维存在的问题

通过对平顶山变电站保护硬压板信息管理方面的调研, 分析得出目前此方面的管理存在以下问题。

1) 由于人员数量减少,管辖变电站增多,保护装置硬压板管理存在压力。运维班模式的应用,为管理提供了极大的方便,但也减少了运维人员的数量。近十年来,平顶山供电公司变电站规模成倍增长,使用的保护装置由于厂家不同,原理及保护压板设置情况各不相同,运维人员已不能像原来单站值班时对每个保护装置十分了解,运行人员依靠经验投退压板存在风险越来越大。

2) 对人工巡视过度依赖。压板投退的正确性以及压板核査的正确性依赖于运维人员的责任心和技能水平,主观性较强,缺乏对应技术措施进行监控,给安全带来隐患。

3) 人工核査压板的时效性和可用性不强。运维人员一般每月核査保护压板一次,间隔时间较长,不能及时发现误投退的硬压板,若发生设备故障,易发生保护的误动和拒动。

4) 目前保护压板核査方式工作量大且工作效率低。现场主要采用人工方式,两人一组,一人拿着压板表,另一人复诵并现场确认。由于保护压板数量较多,导致运维人员的作业量非常大。这种核査方式工作量大且工作效率低,降低了电网的智能化水平。

5) 由于变电站二次保护设备较多,保护硬压板设备布局更加密集,其功能集合程度较高,因此在巡检过程中极易出现漏检或检测错误等操作失误。根据数据统计,近几年人为造成的保护硬压板事故的比例仍然较高,其所带来的经济损失、电网风险也越来越大。

综上所述,亟需构建一套硬压板状态巡视及校核系统,提高工作效率和工作质量,实现硬压板状态的自动巡检。

2 系统搭建的关键技术研究

通过对当前存在的问题进行研究,如需实现硬压板信息的智能化状态检测,需涉及到二维码识别技术、物联网技术等。基于此搭建巡检系统,系统结构分为两部分:巡检终端以及远程后台。通过后台远程操作实现保护硬压板的全面巡检、例行巡视和熄灯巡视的自动化过程。

2.1 二维码识别技术

本文以二维码使用最广的 QR 码(Quick Response Code)进行设备状态的识别^[8]。

QR 码由编码区域以及包括寻像图形、分隔符、定位图形和校正图形在内的功能图形组成。QR 码结构图如图 1 所示。

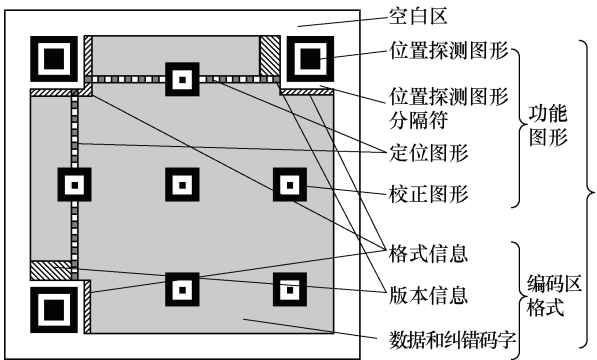


图 1 QR 码结构图
Fig. 1 QR code structure diagram

QR 码识别常见的方法过程主要有图像预处理、定位位置探测图形、定位校正图形、透视变换、译码和纠错。图像预处理包括:灰度化、去噪、畸变矫正以及二值化等。定位位置探测图形:通过位置探测图形 1:1:3:1:1 的特征查找,允许容差 0.5,水平和垂直方向扫描该特征,多次穿透即为候选位置探测图像,通过一些筛选策略剔除假位置探测图形确定真图形,再根据 3 个该图形之间的距离和旋转角度,确定它们的方位,分别为左上角,右上角和左下角。

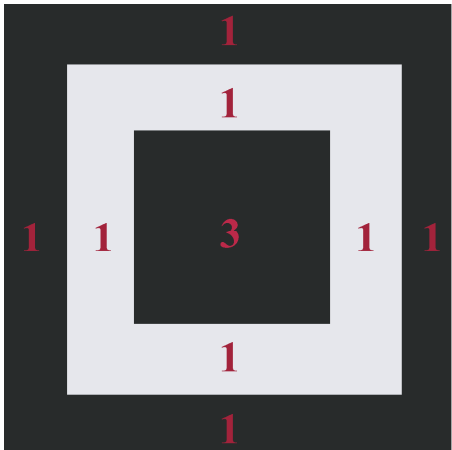


图 2 位置探测图形特征
Fig. 2 Position detection graphic features

常规的 QR 码识别过程容易受到环境影响而

难以识别，往往需要一些预处理改善图像质量和识别环境，例如图像灰度化处理、去噪、畸变矫正和二值化等。

2.2 物联网技术

随着人工智能等技术的发展，目前电力网络中的较多设备已能融合为同一个系统，所融合而成的系统可以称之为物联网技术。针对本文涉及的保护硬压板状态检测，可采用无线射频识别技术，借助 RFID 感知设备，用于采集硬压板的状态信息。借助无线射频技术巡检硬压板当前运行信息，再通过特定的数据传输方式将采集得到的各类数据上传至管理后台。后台可利用各种算法实现采集数据的分析，从而获得所需的硬压板各类信息，以此方式可实现远程控制巡检保护硬压板的信息监测^[9]。

由上述可知，在使用物联网技术进行状态检测时，将用到射频技术以及 RFID，通过两种技术的融合，实现数据的准确采集与传输。实时采集得到的数据可以经过适当的数据运算处理，并将结果呈图形或图像进行展示，便于运维人员简洁明了地知悉硬压板运行信息^[10]。通过对历史数据的分析处理，将能获悉硬压板的状态变化，通过人工智能算法获得未来运行信息及生命周期的预测，将能获得设备的运行状态，预知设备故障，从而避免设备突然发生故障引起的电力设备损失或进一步加大故障范围。

3 系统的设计

3.1 设计需求

通过上节分析的变电站保护硬压板信息管理问题，本文在进行保护硬压板状态监测及校核系统研究过程中需注意以下几点要求。

1) 充分掌握继电保护的理论知识，确保二维码内存储的特定保护屏内的信息准确无误。需要对变电站保护进行充分调研，总结出母线保护、线路保护和主变压器保护等不同运行方式下的典型压板投退规则，制作出标准压板图，形成完整的一、二次防误整体解决方案，为数据库准备充

分、准确的数据。

2) 研究压板状态的检测及识别技术。目前，压板状态检测主要采用光纤传感器检测、图像识别和非电量检测等。通过大量试验验证，找出最可靠、最适合的检测技术。在选择压板状态检测技术时，有以下两点内容需要考虑：① 由于二次保护设备上的压板数量较多，分布较为密集，为了降低误检率、漏检率，所设计的检测模块体积不宜过大；② 由于保护设备供电电压等级较低，故设计的检测模块电压也不能过高，否则巡检过程中可能造成硬压板电路的损坏。最好采用非电量检测模式，从而保证检测模块与硬压板模块无电气上的连接，保证状态检测过程中硬压板工作正常。

3.2 设计思路

本文将采用硬压板状态的图像采集及识别技术，巡检人员采用拍照的方式采集变电站保护硬压板状态信息，通过移动网络传送至主站端。站端分析处理设备可视化呈现保护装置的硬压板投退位置；主站端设备通过图像识别技术判断硬压板状态，快速校核状态是否正确，杜绝人为判断失误现象的发生，同时主站端设备具备台账、历史记录等功能。

站端分析处理设备可关联网页版 D5000 系统中设备的一次运行方式，并能对照数据库中此方式下的标准压板图完成自动化核查、报警功能。

拓展现有的移动巡视终端的扫码核查功能，对每个保护装置采用二维码为唯一标识。通过移动巡视终端进行现场扫码，可获取保护装置硬压板的历史投退记录以及关于该保护装置使用的各种说明指导等。

通过无线公网专网实现变电站网络与采集设备网络及管理后台三者网络的贯通，将能实现平台和站端之间的通信，便于省市电力公司对基层站所信息的监控及历史数据的查询。

3.3 系统的设计方案

智能压板在线实时监测系统整体部署如图 3 所示。

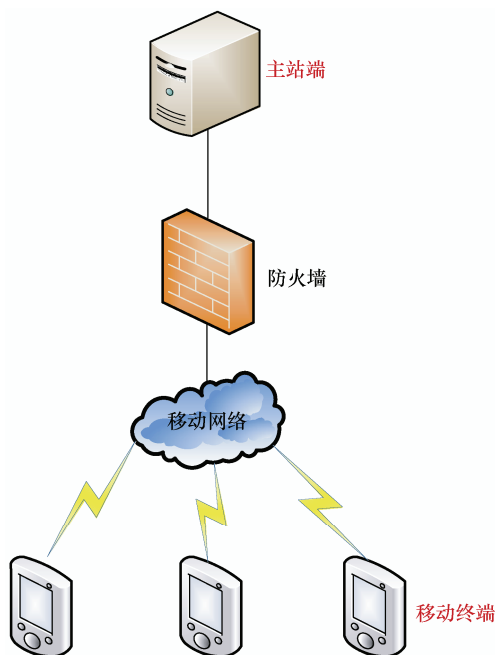


图3 整体结构方案图

Fig. 3 Overall structure plan

主站端：集中显示压板状态及动作信息，判别压板投退正确性并报警。当现场压板状态发生变化时，在主站端监视画面上会实时更新并提示，监控人员可通过人机交互画面直观查看变化情况。

移动终端：在线扫描保护装置二维码可查询历史压板投退记录、压板投退说明和保护功能简介等各种资料，图形采集硬压板状态上送主站端并从主站端获取校核结果。

本文设计的系统，在一定程度上打破了传统研究的思路，主要表现在以下几点：

1) 二维码目前应用已较为成熟，其在信息传递、存储等方面均有较强的优势。在本文中可以将硬压板的设备信息、运行状态和各类报表等信息存储在内，使用射频技术实现二维码识别，从而达到远程实时清点硬压板信息并更新相关状态。

2) 利用成熟的光电检测传感技术实现对硬压板状态的可靠检测和识别，并总结制定了典型压板投退规则，实现了压板状态的在线监测、自动核查与报警，成功解决了压板误投退及漏投退问题，提升了电网的安全运行水平。

3) 拓展现有的移动巡视终端功能，节省了成本，提高了终端设备的性能。

3.4 系统的功能

根据设计的智能压板在线实时监测系统，将能够实现以下功能：

1) 压板信息的实时采集。远程通过操控智能终端实现压板信息的实时采集，并将采集得到的信息传输至后台，对数据进行处理分析，获得运维人员所需的数据。

2) 压板现场误操作报警。现场调试硬压板状态时，一旦操作人员误操作，系统将及时提示运维人员，避免造成压板状态有误导导致发生事故。

3) 压板数据统计分析。变电站压板操作历史记录、系统对用户操作、变位压板及其他用户的实际需求具有详细的记录功能，包括事件发生的时间、地点及当前值班人员对事件信息是否确认等，支持报表生成/打印及事件记录查询功能，便于统计分析。

本文设计的硬压板状态巡视及校核系统可监测并报警异常投退行为，大大降低压板误投退率，进而提高继电保护动作的正确率，保证电网正常运行，并且提高了变电站运维工作的效率及质量，进一步提升电网的自动化运维水平，社会效益显著。

4 结束语

通过本文设计的变电站二次保护硬压板状态检测系统，将能提升设备巡检效率，提升变电站巡检的智能化水平，实现了对硬压板操作的电子化管理，使运行人员针对压板的操作更为准确、规范，提高了运维自动化水平。设计的系统将能够实现硬压板状态实时采集和自动校核功能，减轻了运维人员的巡视、维护压力，使数据时效性和可用性更强，能够更加适应大运行体系的管理要求，更加适应运维班的发展现状。另外，手持移动巡视终端实时扫描保护装置二维码获取保护装置各种资料信息以及保护硬压板投退历史记录的方式，取代了查询现场规程、操作记录和询问操作人员等耗时性的过程，方便、快捷获取设备信息，大大提高了工作效率。EA

参考文献

- [1] 汪洋, 黎恒焜, 鄂士平, 等. 基于深度学习的变电站硬压板状态检测与识别算法[J]. 沈阳工业大学学报, 2020, 42(6): 676-680.
- [2] 张曼, 冯凝, 刘颖彤, 等. 500 kV 智能变电站压板状态监测及智能校核技术[J]. 电工技术, 2018(24): 89-90, 93.
- [3] 文小飞, 商曾, 王宇. 一种新型压板状态检测方案在某 110 kV 变电站的应用[J]. 自动化应用, 2014(4): 98-101.
- [4] 李佳容, 唐阳. 基于光电检测原理的压板状态检测及防误系统[J]. 重庆大学学报, 2014, 37(5): 29-36.
- [5] 李然, 金元元, 钟丽波, 等. 变电站硬压板状态在线监测功能研究[J]. 东北电力技术, 2015, 36(8): 54-56, 59.
- [6] 包磊. 变电站二次设备在线监测及操作票校核专家系统开发与应用[D]. 镇江: 江苏大学, 2016.
- [7] 张美玲. 研制 GDX2 压板状态检测方法装置[J]. 祖国, 2017(3): 288.
- [8] 商保鹏. YB917 压板状态检测装置的设计应用[J]. 价值工程, 2017, 36(7): 85-86.
- [9] 万铁伦, 汤蕾, 施展, 等. 基于霍尔传感效应的变电站硬压板状态检测方案研究[C]. 北京: 2017 智能电网发展研讨会论文集, 2017: 5.

作者简介:



吕杰

吕杰(1982—), 男, 硕士学历, 副高级工程师, 研究方向为变电运维管理与技术。

马鹏姬(1989—), 女, 本科, 工程师, 研究方向为变电运维技术。

王静雨(1996—), 女, 本科, 研究方向为变电运维技术。

(收稿日期: 2020-11-20)

(上接第 33 页)

- [5] 杨奇逊, 黄少锋. 微型机继电保护基础[M]. 北京: 中国电力出版社, 2007: 82-84.
- [6] CHOI M S, LEE S J, LEE D S, et al. A new fault location algorithm using direct circuit analysis for distribution systems[J]. IEEE Transactions on Power Delivery, 2004, 19(1): 35-41.
- [7] 郑涛, 潘玉美, 郭昆亚, 等. 基于节点阻抗矩阵的配电网故障测距算法[J]. 电网技术, 2013, 37(11): 3233-3240.
- [8] LEE S J, CHOI M S, KANG S H, et al. An intelligent and efficient fault location and diagnosis scheme for radial distribution systems[J]. IEEE Transactions on Power Delivery, 2004, 19(2): 524-531.
- [9] 戴志辉, 王旭. 基于改进阻抗法的有源配电网故障测距算法[J]. 电网技术, 2017, 41(6): 2027-2034.
- [10] 于力, 焦在滨, 王晓鹏, 等. 基于 PMU 的中压配电网精确故障定位方法及关键技术[J]. 电力系统自动化, 2020, 44(18): 30-38.
- [11] YUAN L. Generalized fault-location methods for overhead electric distribution systems[J]. Power Delivery, IEEE Transactions on Industrial Electronics, 2011, 26(1): 53-64.
- [12] 马伟, 裘愉涛, 丁冬, 等. 基于阻尼最小二乘法的单相接地故障定位方案[J]. 电网技术, 2018, 42(9): 3049-3054.
- [13] 王锡凡, 方万良, 杜正春. 现代电力系统分析[M]. 北京: 科学出版社, 2014.

作者简介:



曲振明

曲振明(1995—), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为电力系统故障测距技术。

王宾(1978—), 男, 博士, 副研究员, 主要研究方向为电力系统继电保护、高阻故障检测及测距技术等。

(收稿日期: 2021-02-14)